

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-214276

(43) 公開日 平成9年(1997)8月15日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 H	7/09		H 0 3 H	A
	7/06		7/06	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-18723

(22) 出願日 平成8年(1996)2月5日

特許法第30条第1項適用申請有り 平成7年8月5日  
発行の「電磁環境工学情報第8巻第4号」に発表

(71) 出願人 000221937

東北リコー株式会社

宮城県柴田郡柴田町大字中名生字神明堂3  
番地の1

(71) 出願人 595146024

伊藤 健一

神奈川県横浜市神奈川区沢渡45-1 イト  
ケン研究所内

(72) 発明者 伊藤 健一

神奈川県横浜市神奈川区沢渡45番地の1  
イトケン研究所内

(74) 代理人 弁理士 大澤 敏

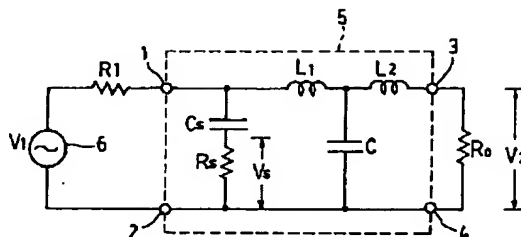
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ノイズフィルタ

(57) 【要約】

【課題】 通過させない周波数の高いノイズ成分のエネルギーを吸収して、新たなノイズ発生源となる反射波や定在波等を発生させないようにする。

【解決手段】 複数のリアクタンス素子であるコイルL1、L2およびコンデンサCからなり、入力信号の低い周波数成分は通過させ、高い周波数成分であるノイズは通過させないようにしたノイズフィルタにおいて、その入力端子1、2間にコンデンサCsと抵抗Rsの直列回路を接続して、通過させないノイズ成分のエネルギーをその抵抗Rsで吸収して熱エネルギーに変え、消耗させる。ノイズフィルタを構成するコンデンサC等に直列にノイズ吸収用の抵抗Rsを接続してもよい。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のリアクタンス素子からなり、入力信号の低い周波数成分は通過させ、高い周波数成分であるノイズは通過させないようにしたノイズフィルタにおいて、

前記高い周波数成分のエネルギーを吸収するためのコンデンサと抵抗の直列回路を設けたことを特徴とするノイズフィルタ。

【請求項2】 請求項1記載のノイズフィルタが、2個のコイルと1個のコンデンサをT字状に接続したT型のノイズフィルタであって、その入力端子間に前記コンデンサと抵抗の直列回路を接続したことを特徴とするノイズフィルタ。

【請求項3】 複数のリアクタンス素子からなり、入力信号の低い周波数成分は通過させ、高い周波数成分であるノイズは通過させないようにしたノイズフィルタにおいて、

前記複数のリアクタンス素子のうちの少なくとも容量性リアクタンス素子の一部あるいは全てに直列に、前記高い周波数成分のエネルギーを吸収するための抵抗を接続したことを特徴とするノイズフィルタ。

【請求項4】 請求項3記載のノイズフィルタが、1個のコイルと2個のコンデンサを $\pi$ 字状に接続した $\pi$ 型のノイズフィルタであって、前記2個のコンデンサのうちの少なくとも入力側のコンデンサに直列に前記抵抗を接続したことを特徴とするノイズフィルタ。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれか1項に記載のノイズフィルタにおいて、前記抵抗を可変抵抗にしたことを特徴とするノイズフィルタ。

【請求項6】 請求項1乃至5のいずれか1項に記載のノイズフィルタにおいて、前記抵抗を外付けとするための接続端子をケースの外部に設けたことを特徴とするノイズフィルタ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、各種電子機器の交流電源の入力回路等に使用されるノイズフィルタ、すなわちローパスフィルタに関する。

【0002】

【従来の技術】ノイズフィルタは、複数のリアクタンス素子（誘導性リアクタンス素子であるコイル及び容量性リアクタンス素子であるコンデンサ）からなり、入力信号の低い周波数成分は通過させ、高い周波数成分であるノイズは通過させないようにしたローパスフィルタ回路であり、その代表的なものとして、図10に示すような2種類の回路がある。

【0003】図10の(a)はT型のノイズフィルタで、入力端子1、2と出力端子3、4の間に、2個のコイルL1、L2と1個のコンデンサCを図示のようにT字状に接続したものであり、破線で示す5はケースであ

る。図10の(b)は $\pi$ 型のノイズフィルタで、入力端子1、2と出力端子3、4の間に、1個のコイルLと2個のコンデンサC1、C2を図示のように $\pi$ 字状に接続したものであり、破線で示す5はケースである。

【0004】このような従来のノイズフィルタは、リアクタンス素子すなわちコンデンサとコイル（インダクタ）のみで構成され、その周波数特性のみに主眼がおかれており、その周波数特性により信号成分を通過させてノイズ成分を除去するものであった。ここで、純リアクタンスとは、抵抗成分がないためエネルギーは消費されない。したがって、入力端子から入って通過できない成分は、行き先がないためエネルギーを消費せずに入力端子のところへ戻ってきてしまうのである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】そのため、このような従来のノイズフィルタでは、通過帯域以外では急激にインピーダンスが変化して大きなミスマッチングを生ずるため、通過及び漏洩を阻止された高調波成分はその行き所を失い、反射されて定在波を生ずるなど、新たなノイズ発生源となるという問題があった。

【0006】近年、ノイズ発生源となるデジタル回路やスイッチング電源は一層高周波化が進み、電磁波障害（EMI）の問題がクローズアップされているが、ノイズ低減のために回路にノイズフィルタを入れても殆ど効果がない場合や、単にノイズの周波数が移動するだけのものも増加現象などは、従来のノイズフィルタが上述のように、目的の周波数以外は考慮されず、ノイズ吸収性がない欠点のためと考えられる。

【0007】この問題は、電力を扱うスイッチング電源では一層顕著であり、ノイズフィルタの入力端で反射された信号は、高調波成分といえどもかなりのエネルギーを持っているため、完全にEMI対策ができない状況である。

【0008】この発明は、このような従来のノイズフィルタの問題点を鑑みてなされたものであり、ノイズフィルタの使用により新たなノイズ発生源となる反射波や定在波等を発生させない、ノイズ吸収性を持つノイズフィルタを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明は上記の目的を達成するため、複数のリアクタンス素子からなり、入力信号の低い周波数成分は通過させ、高い周波数成分であるノイズは通過させないようにしたノイズフィルタにおいて、高い周波数成分（ノイズ成分）のエネルギーを吸収するためのコンデンサと抵抗の直列回路を設けたものである。そのノイズフィルタが、2個のコイルと1個のコンデンサをT字状に接続したT型のノイズフィルタである場合には、その入力端子間に上記コンデンサと抵抗の直列回路を接続するとよい。

【0010】あるいは、ノイズフィルタを構成する複数の

のリアクタンス素子のうちの、少なくとも容量性リアクタンス素子の一部あるいは全てに直列に、高い周波数成分のエネルギーを吸収するための抵抗を接続してもよい。そのノイズフィルタが、1個のコイルと2個のコンデンサをπ字状に接続したπ型のノイズフィルタである場合には、その2個のコンデンサのうちの少なくとも入力側のコンデンサに直列に上記抵抗を接続するとよい。

【0011】これらのノイズフィルタにおいて、上記抵抗を可変抵抗にして、ノイズの発生状況に応じて最もノイズ抑制効果が大い抵抗値に設定できるようにするとよい。あるいは、上記抵抗を外付けとするための接続端子をケースの外部に設け、ノイズ成分に応じて最適な抵抗を接続できるようにしてもよい。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施例を図面を参照して具体的に説明する。図1は、T型ノイズフィルタにこの発明を実施した一実施形態を示す回路図であり、ケース5内に、リアクタンス素子である2個のコイルL1、L2と1個のコンデンサCをT字状に接続して、T型のノイズフィルタ（ローパスフィルタ）を構成している。そして、その入力端子1、2間に、このノイ

\*ズフィルタを通過させない高い周波数成分（ノイズ成分）のエネルギーを吸収するためのコンデンサCsと抵抗Rsの直列回路（スナバー回路とも称される）を接続したものである。

【0013】このノイズフィルタの入力端子1、2間に図示のように交流信号源6を入力抵抗R1を介して接続し、出力端子3、4間に負荷抵抗R0を接続した場合の特性と、図10の(a)に示したT型のノイズフィルタに同じ交流信号源6と入力抵抗R1及び負荷抵抗Rsを接続した場合（従来例）の特性とを、図3及び図4に示す。図3は入力信号の周波数に対する出力特性、図4は入力信号の周波数に対する入力インピーダンス特性をそれぞれ示す線図であり、いずれも実線Tは従来例の場合、一点鎖線Tsはこの発明による図1の場合である。

【0014】図1において、交流信号源6の出力電圧をV1、出力端子3、4間に発生する電圧をV2、ノイズ吸収用の抵抗Rsの両端に発生する電圧をVsとして、交流理論だけを使って計算すると、次の数1が成り立つ。

【0015】

【数1】

$$\begin{aligned} V2/V1 &= R0(1+j\omega CsRs)/(P+jQ) \\ Vs/V1 &= CsRs[\omega^2 CL1L2 - \omega^2(L1+L2) \\ &\quad + j\omega R0(1-\omega^2 CL1)]/(P+jQ) \\ P &= R0+R1-\omega^2\{L1Cs(R1+Rs) \\ &\quad + R0C(L1+R1R2Cs) \\ &\quad + L2C(R1+R2)+L2CR1\} \\ &\quad + \omega^2 L2CsL1C(R1+Rs) \\ Q/\omega &= (L1+L2)+Cs(R0R1+R0Rs+R1Rs) \\ &\quad + CR0R1-\omega^2 CsC(L1R0R1+L1R0Rs \\ &\quad + L2R1Rs)-\omega^2 CL1L2 \end{aligned}$$

【0016】この数1におけるL1、L2はコイルL1、L2のインダクタンス、C、CsはコンデンサC、Csの容量、R1、R0、Rsは抵抗R1、R0、Rsの抵抗値、ωは電圧Vの周波数をfとすると2πfである。これらの式を参考にしながら、L1=L2=150nH、C=Cs=100pF、R1=R0=Rs=50Ωとして、CADの助けを借りて図1のノイズフィルタの出力特性を求めたのが図3に一点鎖線Tsで示す曲線である。この図から判るように、実線Tで示す従来のT型ノイズフィルタの場合の出力特性と大きな差はなく、60～100MHzの帯域での傾斜も18dB/octで従来と同じである。

【0017】一方、図1の入力端子1、2から見た入力インピーダンスZ=R+jXの絶対値、すなわち抵抗分をR、リアクタンス分をXとしたとき、次の数2で求められる|Z|の特性を示した図4の一点鎖線Tsは、従来例の特性を示す実線Tと大きく相違する。従来の特性では、入力信号の周波数がカットオフ周波数を超えると入力インピーダンスが急激に大きくなる。これは

抵抗分が0に近くなり、リアクタンス分が急増する（無限大に至る）ためである。

【0018】

【数2】

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X^2}$$

【0019】そのため、従来のT型ノイズフィルタでは、高い周波数になるにしたがって、入力インピーダンスが次第に純リアクタンスとなっていき、そのためにエネルギーを吸収できなくなり、全部反射されてしまっていた。これに対して、一点鎖線Tsで示すこの発明によるノイズフィルタの特性は、通過帯域外でもそれ程大きな変化にはならず、通過帯域内のインピーダンスに収束している。したがって、通過帯域外の高調波（ノイズ）成分も反射されることなく、図1のコンデンサCsと抵抗Rsの直列回路に流れ、そのエネルギーが抵抗Rsに吸収されて熱エネルギーに変化され、消耗される。

【0020】そのため、ノイズフィルタが新たなノイズ発生源になるようなことなく、入力信号中のノイズ成分を効果的に抑制することができる。さらに、抵抗Rsを

図1に破線で示すように可変抵抗にすれば、ノイズの発生状況に応じて最もノイズ抑制効果が大きい抵抗値に設定(調整)することができる。

【0021】図2は、 $\pi$ 型ノイズフィルタにこの発明を実施した一実施形態を示す回路図である。ケース5内に、リアクタンス素子である1個のコイルLと2個のコンデンサC1、C2を $\pi$ 字状に接続して、 $\pi$ 型のノイズフィルタ(ローパスフィルタ)を構成している。そして、その2個のコンデンサC1、C2のうちの入力側のコンデンサC1に直列に、ノイズ吸収用の抵抗Rsを接

続したものである。  
【0022】そして、前述の場合と同様に、このノイズフィルタの入力端子1、2間に図示のように交流信号源\*

$$\begin{aligned} V_2/V_1 &= R_0(1+j\omega C_1 R_s)/(P+jQ) \\ V_s/V_1 &= R_s C_1 \{-\omega^2 L + j\omega(R_0 - \omega^2 L R_0 C_2)\} \\ &\quad / (P+jQ) \\ P &= R_0 + R_1 - \omega^2 \{R_0 C_2(L + R_1 R_s C_1) \\ &\quad + L C_1(R_s + R_1)\} \\ Q &= \omega \{R_0 C_1(R_1 + R_s) + C_2 R_0 R_1 + L + R_1 R_s C_1 \\ &\quad - \omega^2 R_0 C_1 C_2 L(R_1 + R_s)\} \end{aligned}$$

【0025】これらの式を用いて、 $L=150\text{ nH}$ 、 $C_1=C_2=100\text{ pF}$ 、 $R_1=R_0=R_s=50\Omega$ として、CADの助けを借りて図2のノイズフィルタの出力特性を求めたのが図5に一点鎖線 $\pi s$ で示す曲線である。この図から判るように、カットオフ周波数帯域の傾斜が、実線 $\pi$ で示す従来のT型ノイズフィルタの場合は $18\text{ dB/oct}$ であるのに対し、 $12\text{ dB/oct}$ となって、そのカットオフ特性が若干劣化する。

【0026】しかし、図2の入力端子1、2から見た入力インピーダンス絶対値は、図6に示すように、実線で示す従来の $\pi$ 型ノイズフィルタの場合に比べて、一点鎖線 $\pi s$ で示すこの発明による図2のノイズフィルタの場合の方が変化が少なく、通過帯域外でも入力インピーダンスが殆どゼロになるようなことはなく、通過帯域内と同じインピーダンス(この例では $50\Omega$ )に収束する。したがって、通過帯域外の高調波(ノイズ)成分も反射されることなく、図2のコンデンサC1と抵抗Rsの直列回路に流れる際に、そのエネルギーが抵抗Rsに吸収されて熱エネルギーに変化され、消耗される。

【0027】そのため、この場合にもノイズフィルタが新たなノイズ発生源になるようなことなく、入力信号中のノイズ成分を効果的に抑制することができる。この実施形態では、特性は多少悪くなるが、高価なコイルが1個で済み、ノイズ吸収回路のコンデンサも、ノイズフィルタを構成するリアクタンス素子としてのコンデンサを兼用するので、低コストで実施できる利点がある。さらに、抵抗Rsを図2に破線で示すように可変抵抗にすれば、ノイズの発生状況に応じて最もノイズ抑制効果が大きい抵抗値に設定(調整)することができる。

【0028】図7及び図8は、この発明の他の実施形態

\*6を入力抵抗R1を介して接続し、出力端子3、4間に負荷抵抗R0を接続した場合の特性を、図10の(b)に示した $\pi$ 型ノイズフィルタに同じ交流信号源6と入力抵抗R1及び負荷抵抗R0を接続した場合(従来例)の特性とを、図5及び図6に示す。図5は入力信号の周波数に対する出力特性、図6は入力信号の周波数に対する入力インピーダンス特性をそれぞれ示す線図であり、いずれも実線 $\pi$ は従来例の場合、一点鎖線 $\pi s$ はこの発明による図2の場合である。

【0023】図2において、図1の場合と同じ条件で交流理論だけを使って計算すると、次の数3が成り立つ。

【0024】

【数3】

を示し、図7は図1に示したT型ノイズフィルタ、図8は図2のに示した $\pi$ 型ノイズフィルタにおける、それぞれノイズ吸収用の抵抗Rsを外付けにしたものである。すなわち、図7に示すノイズフィルタでは、ノイズを吸収するためのコンデンサCsと抵抗Rsの直列回路のうち、コンデンサCsのみをケース5内に設け、抵抗Rsを外付けするための接続端子7、8をケース5の外部に設けており、その接続端子7、8に、ノイズの発生状況に応じて最適な抵抗値の抵抗Rsを接続する。

【0029】図8に示すノイズフィルタでは、 $\pi$ 型ノイズフィルタを構成する入力側のコンデンサC1に直列に、ノイズ吸収用の抵抗Rsを外付けするための接続端子7、8をケース5の外部に設けており、その接続端子7、8に、ノイズの発生状況に応じて最適な抵抗値の抵抗Rsを接続する。

【0030】図9は、この発明のさらに他の実施形態を示す回路図である。(a)は $\pi$ 型ノイズフィルタを構成する2個のコンデンサC1、C2のコモンライン側を共通接続し、その接続点aと、入力端子2と出力端子4を結ぶコモンライン9との間に、ノイズ吸収用の抵抗Rsを介挿したものである。図9の(b)は、T型ノイズフィルタを構成するコンデンサCのコモンライン側と、コモンライン9との間にノイズ吸収用の抵抗Rsを介挿したものである。

【0031】このように、ノイズフィルタを構成する複数のリアクタンス素子のうちの少なくとも容量性リアクタンス素子であるコンデンサの一部あるいは全てに直列に、高い周波数成分(ノイズ成分)のエネルギーを吸収するための抵抗を接続するか、別にコンデンサとノイズ吸収用の抵抗の直列回路を接続すればよいが、さらに、

容量性リアクタンス素子であるコイルにも直列にノイズ吸収用の抵抗を接続してもよい。

【0032】また、この発明は上述した各実施形態のように、T型あるいは $\pi$ 型の1段のノイズフィルタ（ローパスフィルタ）だけでなく、それらを複数段組み合わせたノイズフィルタや、他の回路構成によるノイズフィルタにも同様に適用できることは勿論である。

【0033】

【発明の効果】以上説明してきたように、この発明によるノイズフィルタは、入力信号中の通過帯域成分はロスなく通過させ、周波数の高いノイズ成分は通過させずに、そのエネルギーを抵抗によって吸収してしまうので、新たなノイズ発生源となる反射波や定在波等を発生させることがなく、ノイズ成分を確実に除去することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】T型ノイズフィルタにこの発明を実施した一実施形態を示す回路図である。

【図2】 $\pi$ 型ノイズフィルタにこの発明を実施した一実施形態を示す回路図である。

【図3】図1に示したノイズフィルタの出力特性を従来の図10の(a)に示すノイズフィルタの場合と比較して示す線図である。

【図4】図1に示したノイズフィルタの入力インピーダンス特性を従来の図10の(a)に示すノイズフィルタ\*

\*の場合と比較して示す線図である。

【図5】図2に示したノイズフィルタの出力特性を従来の図10の(b)に示すノイズフィルタの場合と比較して示す線図である。

【図6】図2に示したノイズフィルタの入力インピーダンス特性を従来の図10の(b)に示すノイズフィルタの場合と比較して示す線図である。

【図7】T型ノイズフィルタにこの発明を実施した他の実施形態を示す回路図である。

10 【図8】 $\pi$ 型ノイズフィルタにこの発明を実施した他の実施形態を示す回路図である。

【図9】この発明のさらに他の実施形態を示す回路図である。

【図10】従来のT型及び $\pi$ 型ノイズフィルタの基本構成を示す回路図である。

【符号の説明】

1, 2: 入力端子    3, 4: 出力端子    5: ケース  
6: 交流信号源    7, 8: 外付け抵抗端子  
L, L1, L2: コイル（インダクタ、誘導性リアクタンス素子）

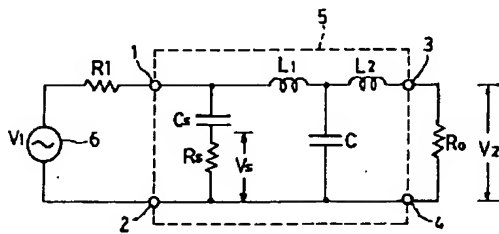
20 C, C1, C2: コンデンサ（容量性リアクタンス素子）

Cs: ノイズ吸収回路のコンデンサ

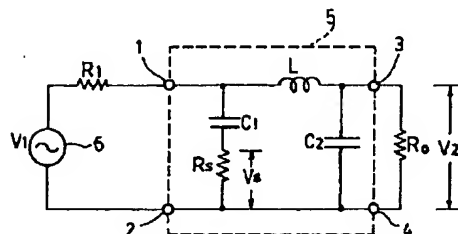
Rs: ノイズ吸収用の抵抗    R0: 負荷抵抗

R1: 入力抵抗    V1: 交流信号源の出力電圧

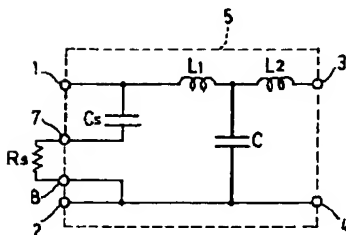
【図1】



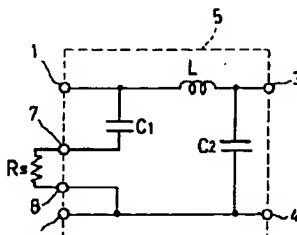
【図2】



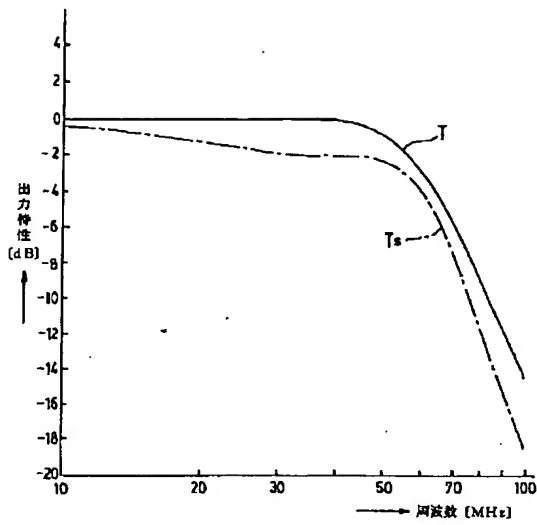
【図7】



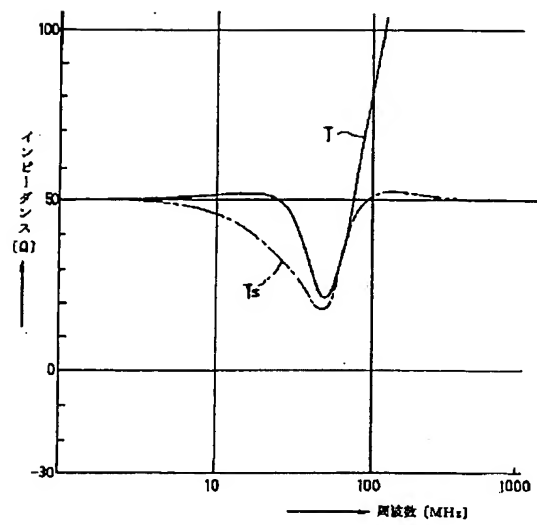
【図8】



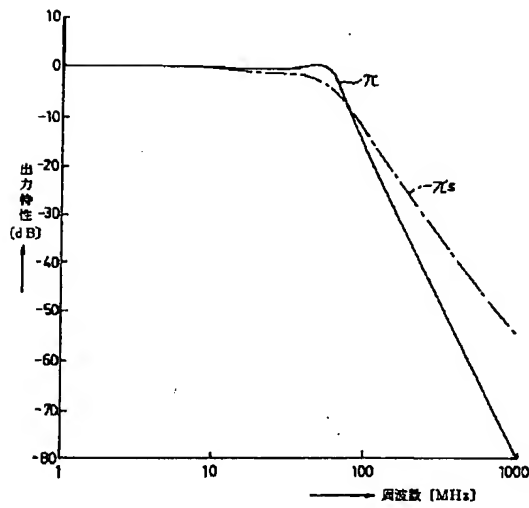
【図3】



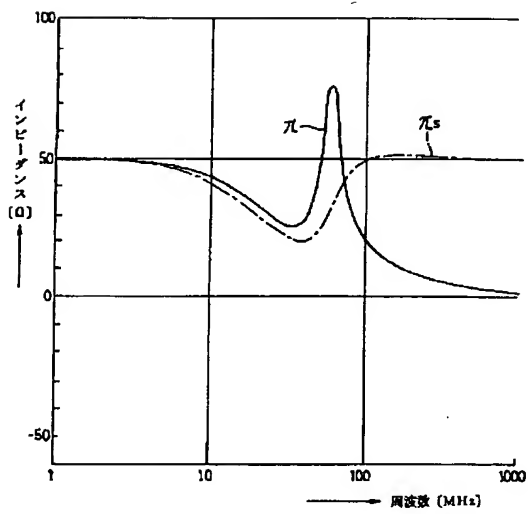
【図4】



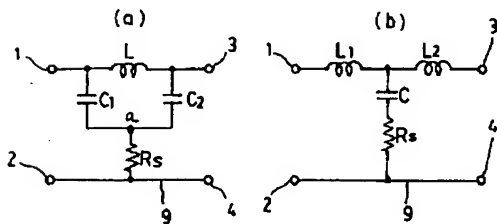
【図5】



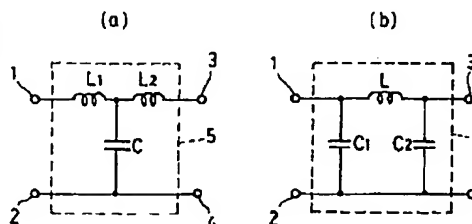
【図6】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 大内 二郎  
宮城県柴田郡柴田町大字中名生字神明堂3  
番地の1 東北リコー株式会社内